

| | | | |
|---------------------------|------|-------------|------------|
| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード(参考) |
| H 04 B 10/20 | | H 04 B 9/00 | N |
| G 02 B 6/293 | | H 04 Q 3/52 | C |
| H 04 J 14/00 | | C 02 B 6/28 | B |
| 14/02 | | H 04 B 9/00 | E |
| H 04 B 10/02 | | | U |

審査請求 有 請求項の数3 OL (全7頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-------------|--------------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平11-303075 | (71)出願人 | 000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 |
| (22)出願日 | 平成11年10月25日 (1999.10.25) | (72)発明者 | 鈴木 扇太 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内 |
| (31)優先権主張番号 | 特願平10-304571 | (72)発明者 | 河内 正夫 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内 |
| (32)優先日 | 平成10年10月26日 (1998.10.26) | (74)代理人 | 100064908 弁理士 志賀 正武 |
| (33)優先権主張国 | 日本 (JP) | | |

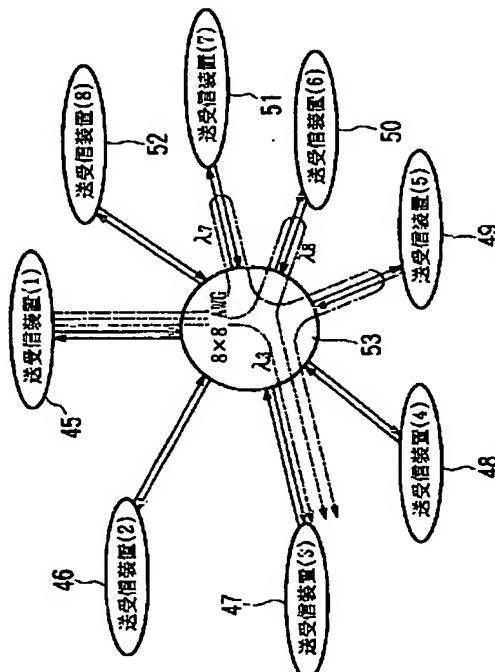
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光波長分割多重伝送ネットワーク装置

(57)【要約】

【課題】特定波長の送信装置または受信装置の故障に対応できるフルメッシュ光波長分割多重伝送ネットワーク装置を提供すること。

【解決手段】AWG 53は、送受信装置(1)45からの波長 λ_3 の光信号を送受信装置(3)47へ送り、かつ、送受信装置(1)45からの波長 λ_8 の光信号を送受信装置(6)50へ送り、かつ、送受信装置(6)50からの波長 λ_8 の光信号を送受信装置(3)47へ送るよう、設定されている。送受信装置(1)45が(障害等によって)送受信装置(3)47へ光信号を直接送信できない場合、送受信装置(6)50は、波長 λ_8 に対応する光路切換スイッチを(入力光信号をそのまま返送する)折り返し動作に切り換える。これによって、送受信装置(1)45の出力光(波長 λ_8)は、AWG 53を通って送受信装置(6)50へ送られ、送受信装置(6)50で折り返され、再度AWG 53を通って送受信装置(3)47へ届く。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 N本（Nは複数）の入力ポートとN本の出力ポートとを有するアレイ導波路回折格子型合分波回路と、

前記アレイ導波路回折格子型合分波回路の所定の入出力ポートと光学的に接続されたN台の送受信装置とから構成されるスター型ネットワーク構成を有する光波長分割多重伝送ネットワーク装置であって、

前記アレイ導波路回折格子型合分波回路が周期的な入出力関係の分波特性を有し、

前記送受信装置は、

前記アレイ導波路回折格子型合分波回路の所定の1本の出力ポートから入力された光信号をN波長に分波し、分波した光信号をN本の出力ポートから出力する分波回路と、

N波長の光信号をN本の出力ポートから送信する送信回路と、

N波長の光信号をN本の出力ポートに受信する受信回路と、

N本の入力ポートから入力されたN波長の光信号を合波し、前記アレイ導波路回折格子型合分波回路の所定の1本の入力ポートへ出力する合波回路と、

前記分波回路の出力ポートを前記受信回路の入力ポートへ接続し、かつ、前記送信回路の出力ポートを前記合波回路の入力ポートへ接続する状態と、前記送信回路の出力ポートを前記受信回路の入力ポートへ接続し、かつ、前記分波回路の出力ポートを前記合波回路の入力ポートへ接続する状態とを、各波長毎に切り換えるN個の2入力2出力光路切換スイッチとを具備することを特徴とする光波長分割多重伝送ネットワーク装置。

【請求項2】 前記アレイ導波路回折格子型合分波回路と前記送受信装置の接続において、前記アレイ導波路回折格子型合分波回路のi番（iは1以上N以下の整数）目の入力ポートと（N-i+1）番目の出力ポートが、それぞれ対を成している送信装置と受信装置に光ファイバを用いて接続されていることを特徴とする請求項1記載の光波長分割多重伝送ネットワーク装置。

【請求項3】 前記N個の2入力2出力光路切換スイッチが、石英系フレーナ光波回路の熱光学効果を利用した熱光学スイッチであることを特徴とする請求項1および請求項2のいずれかに記載の光波長分割多重伝送ネットワーク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光波長多重された複数の光信号を複数の送受信装置間において伝送するフルメッシュ光波長分割多重伝送ネットワーク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】複数の光信号を異なる光周波数に割り当

て1本の光ファイバで伝送する光波長分割多重(WDM)伝送システムは、伝送路の容量を大幅に増大するだけでなく、波長自身に信号の行き先情報を割り当てられる波長アドレッシングが可能である。更に、N個の送受信装置間を接続する様に周期的な入出力関係の分波特性を有するアレイ導波路回折格子型合分波回路を中心配置するスター型WDMシステムは、N波長の光信号を用いるだけで装置間を相互接続するN×Nの信号路を独立に接続することが可能なフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置を実現できる。

【0003】図4は、従来のフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置を示す概略図である。図中符号1～7はWDM信号（ λ_1 ～ λ_n ）を送受信する送受信装置、8はNポートの入出力を持つ周期的な入出力関係の分波特性を有するN×Nアレイ導波路回折格子型合分波回路（AWG）である。

【0004】図5は、図4のフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置の概略構成を説明する図であって、図中符号9～12は送受信装置、13はWDM信号（ λ_1 ～ λ_n ）を受信する受信装置、14はWDM信号（ λ_1 ～ λ_n ）を送信する送信装置、15は1本のファイバに波長多重されたWDM信号を分波するための分波器、16は送信装置14からの波長の異なる複数の光信号を1本の光ファイバに合波するための合波器、17はN×Nアレイ導波路回折格子型合分波回路（AWG）、18～21は送受信装置9～12とAWG17の入出力ポートを光学的に接続する光ファイバである。なお、送受信装置10～12の構成は、送受信装置9と同様である。

【0005】図6は、AWGの周期的な入出力関係の分波特性と、従来のフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置における各送受信装置とAWGのポート接続関係をN=8の場合について示した図である。周期的な入出力関係の分波特性を有するAWGは、特願平10-210679などの発明により実現できる。ここでは、簡単のために8×8AWGの場合について示している。8入力と8出力のAWGポート間では $8 \times 8 = 64$ 通りのパスが設定されるが、図中に示したような分波特性の周回性により最小限の波長数8で64通りのパスが独立に設定することができる。AWGの入出力ポートを各送受信装置に接続することにより、8台の送受信装置間で設定できる全てのパスで独立に信号を送ることができる。また、個々のパスには特定の波長入_iが割り当てられるため、送信装置側で受信装置に対応する波長を選択すれば自動的に信号を目的の受信装置に送られる波長アドレッシング機能が実現できる。

【0006】図7は、波長アドレッシングを説明する図であり、図中符号22～29は8台の送受信装置、30は8×8AWGである。AWGの分波特性およびAWGポートと送受信装置との接続関係は図6で説明したとおりである。送信装置(1)22から送信された入_iの光信号

はAWG 30の入力ポート1に導かれ、波長に応じてAWG 30内でスイッチされ、出力ポート2から送受信装置(2)23へ送られる。同様に、送受信装置(2)23から送信された返信信号入₇は、AWG 30を経由して、送受信装置(1)22へ送られる。また、送受信装置(1)22から送信された光信号入₂と入₈は、それぞれ送受信装置(5)26と送受信装置(3)24へ自動的に配信される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置では信号の送り先が波長に1対1に対応しているため、ある波長の送信装置、または光源である半導体レーザーが故障すると、対応する受信装置へは信号が送れないという問題が生じてしまう。特定波長の受信装置が故障した場合も、同様の障害が生じる。これは、システムの運用および管理の上で重大な問題となっていた。また、全ての特定の送受信装置間に一時的に複数の波長を割り当てて伝送容量を拡大するようなことも不可能であった。

【0008】本発明は、かかる問題を鑑みてなされたものであり、その目的は、特定波長の送信または受信装置の故障に対応でき、また、必要に応じて特定の送受信装置間の伝送容量を拡大することができるフルメッシュ光波長分割多重伝送ネットワーク装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、N本（Nは複数）の入力ポートとN本の出力ポートとを有するアレイ導波路回折格子型合分波回路と、前記アレイ導波路回折格子型合分波回路の所定の入出力ポートと光学的に接続されたN台の送受信装置とから構成されるスター型ネットワーク構成を有する光波長分割多重伝送ネットワーク装置であって、前記アレイ導波路回折格子型合分波回路が周期的な入出力関係の分波特性を有し、前記送受信装置は、前記アレイ導波路回折格子型合分波回路の所定の1本の出力ポートから入力された光信号をN波長に分波し、分波した光信号をN本の出力ポートから出力する分波回路と、N波長の光信号をN本の出力ポートから送信する送信回路と、N波長の光信号をN本の出力ポートに受信する受信回路と、N本の入力ポートから入力されたN波長の光信号を合波し、前記アレイ導波路回折格子型合分波回路の所定の1本の入力ポートへ出力する合波回路と、前記分波回路の出力ポートを前記受信回路の入力ポートへ接続し、かつ、前記送信回路の出力ポートを前記合波回路の入力ポートへ接続する状態と、前記送信回路の出力ポートを前記受信回路の入力ポートへ接続し、かつ、前記分波回路の出力ポートを前記合波回路の入力ポートへ接続する状態とを、各波長毎に切り換えるN個の2入力2出力光路切換スイッチとを具備することを特徴とする。本発明によれば、送信装置から送信されアレイ導波路回折格子型

合分波回路で波長によりスイッチされ特定の受信装置に送られた光信号が、送受信装置内にある2入力2出力光路切換スイッチにより折り返して再びアレイ導波路回折格子型合分波回路に送られ、再びアレイ導波路回折格子型合分波回路内で波長によりスイッチされ異なる受信装置へ配信される。この操作を繰り返すことにより、目的とした受信装置へ配信されるため、ある波長の送信装置または受信装置が故障した場合でも信号をこのようなバイパス経由で送信することできる。同様に、一時的に特定の送受信装置間に複数の信号の経路を実現できるため、一時的な伝送容量の拡大が実現できる。また、アレイ導波路回折格子型合分波回路の所定の入出力ポートと送受信装置との間の光学的接続においては、アレイ導波路回折格子型合分波回路のi番（iは1以上N以下の整数）目の入力ポートと（N-i+1）番目の出力ポートがそれぞれ対を成している送信装置と受信装置に光ファイバを用いて接続することにより、容易に構成できる。また、送受信装置内に配置されるN個の2入力2出力光路切換スイッチは、石英系プレーナ光波回路の熱光学効果を利用した熱光学スイッチを用いることにより構成できる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳しく説明する。図1は、本発明の実施形態の説明図であり、光波長分割多重伝送ネットワーク装置の概略構成を示している。図中符号31～34は送受信装置、35はWDM信号（入₁～入_n）を送信する送信装置、36はWDM信号（入₁～入_n）を受信する受信装置、37は波長の異なる複数の光信号を1本の光ファイバに合波するための合波器、38は1本のファイバに波長多重されたWDM信号を分波するための分波器、39は送信装置35からの光信号と分波器38からの光信号を受信装置36と合波器37に切り替えるためのN個の2入力2出力光路切換スイッチ、40はN×Nアレイ導波路回折格子型合分波回路（AWG）、41～44は送受信装置31～34とAWG40の入出力ポートを光学的に接続する光ファイバである。なお、送受信装置(2)32～送受信装置(N)34の構成は、送受信装置(1)31と同様である。

【0011】本実施形態では、合波器37および分波器38として1×NのAWGを用い、2入力2出力光路切換スイッチ39として2×2熱光学スイッチ（TOSW）を用いた。2×2TOSW39をクロス状態で動作すると、送信装置35からの光信号は合波器37へ、分波器38からの光信号は受信装置36へ導かれる。通常、2×2TOSWは本状態に設定される。一方、2×2TOSW39をバー状態にすると、分波器38からの信号は合波器37へ導かれてAWG40と接続されている光ファイバ41へ折り返される。その際、送信装置35からの光信号は、自身の受信装置36へ折り返され

る。 2×2 TOSW 39は、WDM信号の各波長に応じてN個あるため、上記のスイッチ設定は各波長毎に独立に行うことができる。 2×2 TOSWの接続が異なり、バー状態が通常の設定状態であるとしても本発明の効果に何ら問題はない。また、AWG 40と送受信装置31～34の接続において、AWG 40のi番(iは1以上N以下の整数)目の入力ポートと(N-i+1)番目の出力ポートが送受信装置iに接続する構成とした。

【0012】図2は、AWGの周期的な入出力関係の分波特性と、本実施形態のフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置における各送受信装置とAWGのポート接続関係を、N=8の場合について示した図である。AWGの分波特性は従来例で示した図6と同様である。各送信装置とAWGの入力ポートの接続関係も従来例と同様であるが、各受信装置とAWGの出力ポートの接続関係は受信装置iに対して出力ポート(N-i+1)=(9-i)になるようになっている。

【0013】図3は、本実施形態の動作を説明する図であって、図中符号45～52は送受信装置(1)～(8)、53は8×8 AWGである。送受信装置45～52の番号、AWG 53の分波特性、AWGポートと送受信装置の接続関係などは、図2で説明したものと同じである。送受信装置(1)45から送受信装置(3)47へ信号を配送したい場合は、図2の分波特性より、波長入₃の光信号を送受信装置(1)45から送れば、AWG 53において自動的に送受信装置(3)47へ送られる。

【0014】ここで、送受信装置(1)45の波長入₃の送信装置に障害が生じ、波長入₃の光信号を出力できない場合を想定する。この場合、送受信装置(3)47へ直接信号を送信することは不可能となる。そこで、送受信装置(6)50の 2×2 TOSWのうち波長入₈に対応する 2×2 TOSWを動作させ、送受信装置(6)50で波長入₈が折り返される状態にする。次に、送受信装置(1)45から波長入₈の光信号を送信すると、図2の分波特性に従って、AWG 53を通じて送受信装置(6)50へ信号が送られる。送受信装置(6)50では波長入₈が折り返されるように 2×2 TOSWが設定されているため、波長入₈は送受信装置(6)50からAWG 53へ再び送られ、図2に従って、送受信装置(6)50から送られた波長入₈の信号は、送受信装置(3)47へ送られる。以上の説明のように、送受信装置(1)45から送受信装置(3)47への信号伝送が、波長入₃の代わりに波長入₈を用いて送受信装置(6)50経由で実現できる。

【0015】ここで、光信号を電気に変換することなく光信号をバイパスさせているので、信号の伝送速度やプロトコル等の制限は生じない。また、送受信装置(6)50においても、波長入₈以外の波長を用いた信号伝送は、何ら問題なく実行することが可能である。さらに、送受信装置(5)49と送受信装置(7)51の波長入₇に対応する 2×2 TOSWを動作させ折り返し状態にし、送

受信装置(1)45から波長入₇を送信すると、送受信装置(7)51と送受信装置(5)49を経由して、送受信装置(3)47へ信号を送ることができる。

【0016】ここでは、送受信装置(1)45での波長入₃の障害時について説明したが、波長入₈のバイパスは波長入₃に関係なく独立に設定できるので、送受信装置(1)45と送受信装置(3)47の間で複数の信号伝送を同時にを行うことができ、一時的な伝送容量拡大が可能である。また、ここでは送受信装置(1)45と送受信装置(3)47間の伝送パスについてのみ説明したが、他の送受信装置間でも同様の伝送パスが形成できることは図2より自明である。さらに、AWGポートと送受信装置の接続関係は図2に示された組み合わせだけに限定されるものではなく、本実施形態と同様の動作が実現される他の接続関係も本発明に包含されることも自明である。

【0017】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、光特定波長の送信装置または受信装置の故障に対応でき、また、必要に応じて特定の送受信装置間の伝送容量を拡大することができるフルメッシュ光波長分割多重伝送ネットワーク装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態による光波長分割多重伝送ネットワーク装置の概略構成例を示すブロック図である。

【図2】 同実施形態によるAWGの周期的な入出力関係の分波特性、および、同実施形態における各送受信装置とAWGとのポート接続関係の一例を示す説明図である。

【図3】 同実施形態による光波長分割多重伝送ネットワーク装置の動作例を示す説明図である。

【図4】 従来のフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置の一例を示す説明図である。

【図5】 従来のフルメッシュWDM伝送ネットワーク装置の概略構成例を示すブロック図である。

【図6】 従来のAWGの周期的な入出力関係の分波特性、および、従来装置における各送受信装置とAWGとのポート接続関係の一例を示す説明図である。

【図7】 従来の光波長分割多重伝送ネットワーク装置の動作例を示す説明図である。

【符号の説明】

31～34, 45～52……送受信装置

35……送信装置

36……受信装置

37……合波器

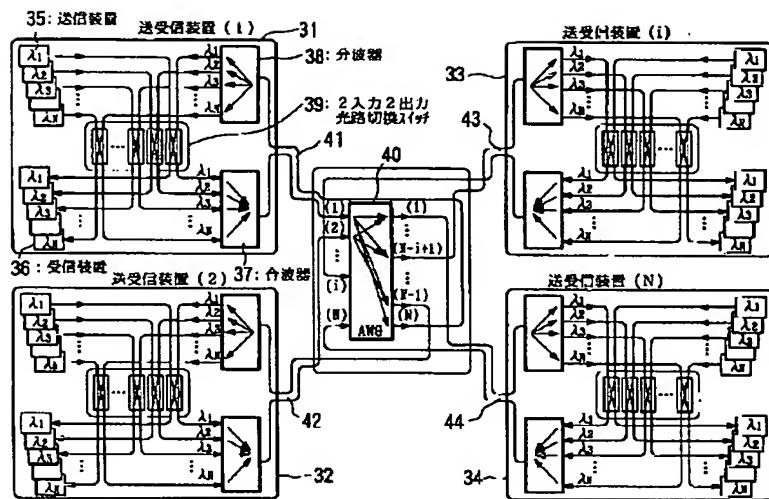
38……分波器

39……2入力2出力光路切換スイッチ

40, 53……導波路回折格子型合分波回路(AWG)

41～44……光ファイバ

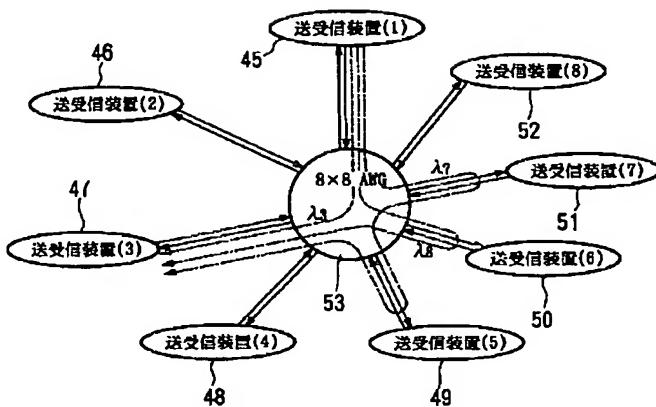
【図1】



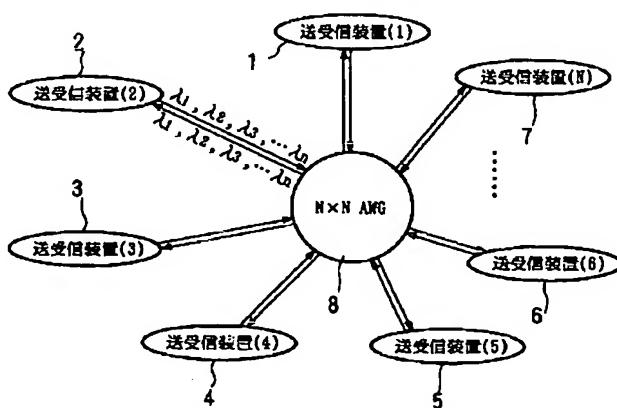
【図2】

| 送信装置 AWG出力 | 受信装置 AWG入力 | | | | | | | | |
|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | (8) | (7) | (6) | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) | |
| (1) | 1 | λ ₈ | λ ₇ | λ ₈ | λ ₁ | λ ₂ | λ ₃ | λ ₄ | λ ₅ |
| (2) | 2 | λ ₇ | λ ₈ | λ ₁ | λ ₂ | λ ₃ | λ ₄ | λ ₅ | λ ₆ |
| (3) | 3 | λ ₈ | λ ₁ | λ ₂ | λ ₃ | λ ₄ | λ ₅ | λ ₆ | λ ₇ |
| (4) | 4 | λ ₁ | λ ₂ | λ ₃ | λ ₄ | λ ₅ | λ ₆ | λ ₇ | λ ₈ |
| (5) | 5 | λ ₂ | λ ₃ | λ ₄ | λ ₅ | λ ₆ | λ ₇ | λ ₈ | λ ₁ |
| (6) | 6 | λ ₃ | λ ₄ | λ ₅ | λ ₆ | λ ₇ | λ ₈ | λ ₁ | λ ₂ |
| (7) | 7 | λ ₄ | λ ₅ | λ ₆ | λ ₇ | λ ₈ | λ ₁ | λ ₂ | λ ₃ |
| (8) | 8 | λ ₅ | λ ₆ | λ ₇ | λ ₈ | λ ₁ | λ ₂ | λ ₃ | λ ₄ |

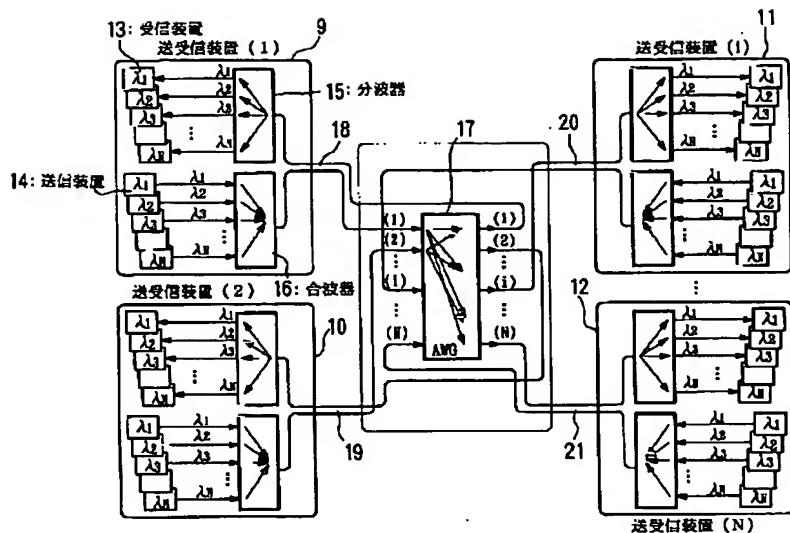
【図3】



【図4】



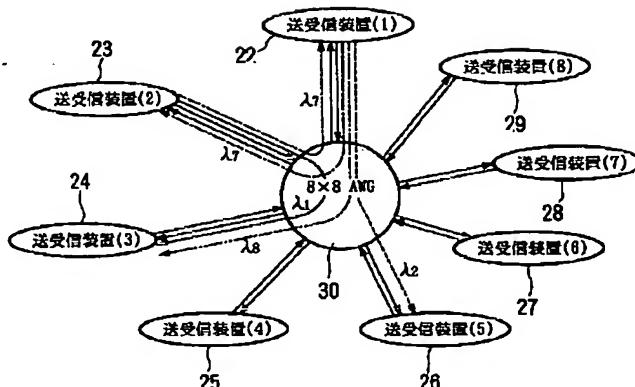
【図5】



【図6】

| 受信装置 | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
|------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 送信装置 | AMG出力 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | AMG入力 | λ_6 | λ_7 | λ_8 | λ_1 | λ_2 | λ_3 | λ_4 | λ_5 |
| (1) | 1 | λ_6 | λ_7 | λ_8 | λ_1 | λ_2 | λ_3 | λ_4 | λ_5 |
| (2) | 2 | λ_7 | λ_8 | λ_1 | λ_2 | λ_3 | λ_4 | λ_5 | λ_6 |
| (3) | 3 | λ_8 | λ_1 | λ_2 | λ_3 | λ_4 | λ_5 | λ_6 | λ_7 |
| (4) | 4 | λ_1 | λ_2 | λ_3 | λ_4 | λ_5 | λ_6 | λ_7 | λ_8 |
| (5) | 5 | λ_2 | λ_3 | λ_4 | λ_5 | λ_6 | λ_7 | λ_8 | λ_1 |
| (6) | 6 | λ_3 | λ_4 | λ_5 | λ_6 | λ_7 | λ_8 | λ_1 | λ_2 |
| (7) | 7 | λ_4 | λ_5 | λ_6 | λ_7 | λ_8 | λ_1 | λ_2 | λ_3 |
| (8) | 8 | λ_5 | λ_6 | λ_7 | λ_8 | λ_1 | λ_2 | λ_3 | λ_4 |

【図7】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. 7
H 04 Q 3/52

識別記号

F I

(参考)

(72)発明者 深見 健之助
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 赤津 祐史
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(7) 000-201112 (P2000-201112A)

(72)発明者 加藤 和利

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 原田 充

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 赤埴 淳一

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 高原 厚

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内